



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 43 40 102 A 1

51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
B 22 F 9/08

21 Aktenzeichen: P 43 40 102.3  
22 Anmeldetag: 22. 11. 93  
43 Offenlegungstag: 24. 5. 95

DE 43 40 102 A 1

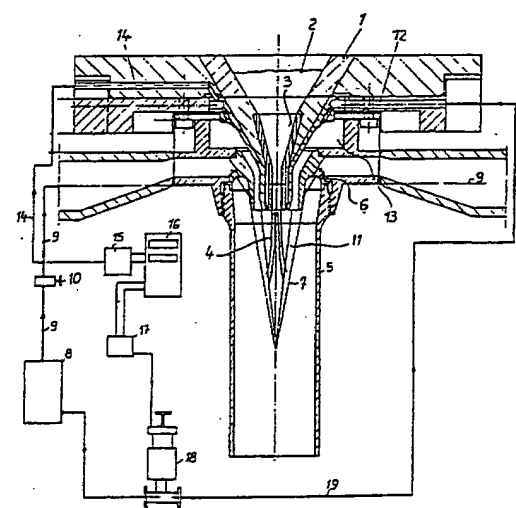
71 Anmelder:  
Mannesmann AG, 40213 Düsseldorf, DE  
  
74 Vertreter:  
Meissner, P., Dipl.-Ing.; Presting, H., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 14199 Berlin

72 Erfinder:  
Holthausen, Hans, 41844 Wegberg, DE; Uebber,  
Norbert, Dipl.-Phys., 40764 Langenfeld, DE;  
Commandeur, Bernd, Dipl.-Ing., 42489 Wülfrath, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Doppel-Ejektor-Düse

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung metal-  
lischer Körper durch Zerstäuben eines aus einem Vorratsbe-  
hälter (1) über eine Auslaufdüse (3) austretenden Metall-  
strahls (4) mittels Gasstrahlen (7), die aus die Auslaufdüse  
(3) umgebenden Zerstäuberdüsen (6) austreten, die derart  
angeordnet sind, daß die Gasstrahlen (7) den austretenden  
Metallstrahl (4) unterhalb der Auslaufdüse (3) schneiden,  
wobei zusätzlich über Gasdüsen (12) weitere Gasstrahlen in  
einen Rezirkulationsbereich (11) zwischen dem Metallstrahl  
(4) und den Gasstrahlen (7) zugeführt werden.  
Erfindungsgemäß wird die Stärke der über die Gasdüsen  
(12) zugeführten zusätzlichen Gasstrahlen im Verhältnis zum  
Druckzustand, welcher bei der Verdüsung auf der Austritts-  
seite der Auslaufdüse (3) in deren Nahbereich herrscht,  
eingestellt.



DE 43 40 102 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung metallischer Körper durch Zerstäuben eines aus einem Vorratsbehälter über eine Auslaufdüse austretenden Metallstrahls mittels Gasstrahlen gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1.

Bei der Zerstäubung flüssiger Metallschmelzen zum Zwecke der Pulverherstellung oder des Sprühkompaktierens werden in der Regel Freistrahld- oder Mehrstoffdüsen verwendet, beispielsweise in Form von Gas- oder Wasserdüsen oder Kombinationen von beiden.

Die Gas- bzw. Wasserstrahlen der Zerstäuberdüsen sind Freistrahlen und induzieren im Bereich zwischen Zerstäuberdüse und oben auslaufender Schmelze Rezirkulationsströmungen. Diese Strömungen sind entgegen der Hauptströmrichtung gerichtet und weisen teilweise beträchtliche Geschwindigkeiten auf. Dadurch können entstandene Metallpartikel mitgerissen und entgegen der Schwerkraft bis zur Düse zurück transportiert werden. Dies kann zu einer Beeinträchtigung der Stabilität der Verdüsung und in extremen Fällen sogar zu einem Einfrieren der Düse führen.

In der Praxis wird dieser Problematik dadurch begegnet, daß in den Rezirkulationsbereich zwischen der Metallschmelze und dem Zerstäubergas zusätzliche Gasstrahlen zugeführt werden, wodurch sich eine Schwächung und Verdrängung der Rückströmgebiete erzielen läßt. Dazu macht man sich die Erkenntnis zunutze, daß die Verdüsung für bestimmte Geometrien in einem bestimmten Wertebereich von Einstellparametern (Primärgasdruck etc.) stabil ist.

Bisher wird dieser Stabilitätsbereich durch visuelle Beobachtung der Verdüsungszone erfaßt. Sollen aber die Stabilität der Verdüsung gezielt kontrolliert und Störungen kompensiert werden, so ist eine visuelle Erfassung nicht mehr ausreichend.

Der Erfindung liegt daher als Aufgabe die Schaffung eines Verfahrens der gattungsgemäßen Art zugrunde, mit welchem die aufgezeigten Nachteile beseitigt und eine stabile Verdüsung durch Kompensation der Rezirkulationsströmungen erzielt werden können.

Gelöst wird die Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Bei der vorliegenden Erfindung wird davon ausgegangen, daß sich bei steigendem Zerstäuberdruk auch die Ansauggeschwindigkeit und der Druckzustand im Bereich der Zerstäuberdüse verändern. Damit lassen sich die Druckverhältnisse als eine Regelgröße im Rezirkulationsgebiet nutzen, die den Strömungszustand im Düsennahbereich charakterisieren. Erfindungsgemäß wird die Stärke der über Gasdüsen zugeführten zusätzlichen Gasstrahlen, welche in den Rezirkulationsbereich eingeführt werden, im Verhältnis zum Druckzustand, welcher bei der Verdüsung auf der Austrittsseite der Auslaufdüse in deren Nahbereich herrscht, eingestellt. Dadurch lassen sich Störungen kompensieren und es besteht die Möglichkeit, den Stabilitätsbereich effizient auszunutzen, z. B. im Hinblick auf Maximierung des Metallmassenstroms durch gezielte Unterdrückeneinstellung am Schmelzenauslauf oder für die Einstellung des Sprühgutcharakters.

Durch die Zufuhr von zusätzlichem Gas in den abgeschlossenen Rezirkulationsbereich zwischen der Schmelze und dem Zerstäubergas werden im Nahbereich der Auslaufdüse Rezirkulationsstörungen unter-

drückt. Dadurch wird die Gefahr des Einfrierens der Auslaufdüse durch konvektive Wärmezufuhr gemindert und es kann ein Ansintern von rezirkulierenden Metallpartikeln an die Auslaufdüse verhindert werden.

Auf diese Weise ergeben sich erweiterte Möglichkeiten bei der Materialauswahl für die Schmelzenauslaufdüse. Weiterhin kann durch die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens eine Prozeßoptimierung im Hinblick auf die Erzielung größerer Metallmassenströme bei gleichbleibender Produktqualität erzielt werden.

Vorzugsweise ist das Verdüsungssystem zur genauen Bestimmung des Druckzustands gegen Fremdluft abgeschlossen.

In einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung werden die aus der Auslaufdüse austretende Schmelze durch die Zerstäuberdüsen und die Gasdüsen zugeführten Gasstrahlen durch einen Ejektor gerichtet geführt. Dabei können der Ejektordurchmesser und die -länge variabel sein, um eine Anpassung an das jeweils herzustellende Produkt herstellen zu können.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung bilden die Gasdüsen zur Zufuhr der zusätzlichen Gasstrahlen, die Zerstäuberdüsen und der Ejektor eine feste Ausgießeinheit, die kalottenartig gelagert ist. Weiterhin kann die Ausgießeinheit zum Zwecke der Prozeßoptimierung rotierbar und schwenkbar beweglich sein. Eine besonders vorteilhafte Schwenkbewegung erfolgt dabei im Bereich bis zu  $\pm 4^\circ$ .

Zur gezielten Regulierung der Gaszufuhr ist es auch denkbar, die Winkeleinstellung der Zerstäuberdüsen und der Gasdüsen zu ändern, insbesondere in einem Bereich von 0 bis  $30^\circ$ .

Schließlich kann erfindungsgemäß das Gas, welches aus den Zerstäuberdüsen und den Gasdüsen zugeführt wird, aus einem einzigen Gasbehälter entnommen werden. Sofern die Prozeßvoraussetzungen dieses verlangen, kann aber auch jede der Düsen individuell, beispielsweise durch Verwendung verschiedener Gassorten, beschickt werden.

Weitere Ziele, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung anhand der begleitenden Zeichnung.

Dabei zeigt die Fig. 1 eine schematische Ablaufskizze des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Gemäß Fig. 1 befindet sich in einem Vorratsgefäß 1 eine Schmelze 2, welche durch eine Auslaufdüse 3 in Form eines Metallstrahls 4 in einen Ejektor 5 fließt.

Um die Auslaufdüse 3 herum sind Zerstäuberdüsen 6 angeordnet, die zum Metallstrahl 4 geneigte Gasstrahlen 7 erzeugen, welche den Metallstrahl 4 im Abstand a zur Auslaufdüse 3 schneiden und zu Tröpfchen zerstäuben. Die Gasstrahlen 7 bilden um den Metallstrahl 4 einen kegelförmigen Strahlenmantel. Durch die Verstellung der Neigung von den Zerstäuberdüsen 6 kann der Abstand auf eine gewünschte Länge eingestellt werden. Das Gas, welches durch die Zerstäuberdüsen 6 zugeführt wird, wird aus einem Gasbehälter 8 entnommen und den Düsen 6 über eine Leitung 9 und einen Druckminderer 10 zugeführt.

Während des Zerstäubungsvorgangs ist zwischen dem Metallstrahl 4 und den Gasstrahlen 7, ebenso wie außerhalb der Gasstrahlen 7, ein Rezirkulationsbereich 11 ausgebildet, in welchem über Gasdüsen 12 zusätzliche Gasstrahlen zugeführt werden. Durch diese Gasstrahlen wird im Nahbereich der Auslaufdüse 3 ein Unterdruck erzeugt, welcher den Metallstrahl 4 aus der Auslaufdüse 3 "herauszieht".

Auf diese Weise wird das Rezirkulieren einzelner Metallteilchen in Richtung der Auslaufdüse 3 und damit deren Einfrieren verhindert.

Der im Nahbereich der Auslaufdüse 3 herrschende Druckzustand wird in einer Unterdruckkammer 13 ermittelt, welche im Bereich der Gasdüsen 12 angeordnet ist und direkt mit den Gasstrahlen aus den Gasdüsen 12 sowie dem Metallstrahl 4 und den Gasstrahlen 7 kommuniziert. Der in der Unterdruckkammer 13 herrschende Druck wird von einem Sensor (nicht dargestellt) über eine Leitung 14 einem Meßumformer 15 zugeführt. Dieser gibt die Drucksignale an einen Vergleichsregler 16 weiter, in welchem der aktuell herrschende Druckzustand als Istwert abgespeichert wird. Der Istwert wird mit einem in dem Vergleichsregler 16 festgelegten Sollwert verglichen.

Mit dem Vergleichsregler 16 ist weiterhin ein Stellregler 17 gekoppelt, welcher ein Regelventil 18 ansteuert. Das Regelventil 18 ver- oder entsorgt über eine Leitung 19 die Unterdruckkammer 13 solange mit Gas aus dem Gasbehälter 8, bis der Istwert und der Sollwert im Vergleichsregler 16 übereinstimmen.

Soll nun die Verdünnungsleistung an der Auslaufdüse 3 erhöht werden, so muß die Gaszufuhr über die Gasdüsen 12 vergrößert werden. Dazu wird der Sollwert für den Unterdruck im Vergleichsregler 16 auf den gewünschten Wert eingestellt. Durch den Angleich des in der Unterdruckkammer 13 gemessenen Istwertes des Unterdrucks an den Sollwert wird das Regelventil 18 über den Stellregler 17 entsprechend betätigt, so daß mehr Gas aus dem Gasbehälter 8 über die Leitung 19 zu den Gasdüsen 12 gelangen kann.

#### Bezugszeichenliste

- 1 — Vorratsbehälter
- 2 — Schmelze
- 3 — Auslaufdüse
- 4 — Metallstrahl
- 5 — Ejektor
- 6 — Zerstäuberdüse
- 7 — Gasstrahlen
- 8 — Gasbehälter
- 9 — Leitung
- 10 — Druckminderer
- 11 — Rezirkulationsbereich
- 12 — Gasdüse
- 13 — Unterdruckkammer
- 14 — Leitung
- 15 — Meßumformer
- 16 — Vergleichsregler
- 17 — Stellregler
- 18 — Regelventil
- 19 — Leitung.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung metallischer Körper durch Zerstäuben eines aus einem Vorratsbehälter (1) über eine Auslaufdüse (3) austretenden Metallstrahls (4) mittels Gasstrahlen (7), die aus die Auslaufdüse (3) umgebenden Zerstäuberdüsen (6) austreten, die derart angeordnet sind, daß die Gasstrahlen (7) den austretenden Metallstrahl (4) unterhalb der Auslaufdüse (3) schneiden, und daß zusätzlich über Gasdüsen (12) weitere Gasstrahlen in einen Rezirkulationsbereich (11) zwischen dem Metallstrahl (4) und den Gasstrahlen (7) zugeführt

werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Stärke der über die Gasdüsen (12) zugeführten zusätzlichen Gasstrahlen im Verhältnis zum Druckzustand, welcher bei der Verdünnung auf der Austrittsseite der Auslaufdüse (3) in deren Nahbereich herrscht, eingestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß die Erfassung des Druckzustands über Sensoren in einer Unterdruckkammer (13) erfolgt, welche mit der aus den Zerstäuberdüsen (6) austretenden Gasstrahlen (7) sowie dem Metallstrahl (4) und den aus den Gasdüsen (12) austretenden Gasstrahlen direkt kommuniziert,

daß der erfaßte Druckzustand in einem Vergleichsregler (16) als Istzustand gespeichert wird, daß der Istzustand des Drucks in dem Vergleichsregler (16) mit einem in diesem eingestellten Sollwert verglichen wird,

daß der Vergleich des Istzustands mit dem Sollwert über die Einstellung der Stärke der über die Gasdüsen (12) zugeführten zusätzlichen Gasstrahlen erfolgt,

daß zur Einstellung dieser Gasstrahlenstärke ein Stellregler (17) verwendet wird, welcher ein Regelventil (18) anstellt und daß der Stellregler (17) mit dem Vergleichsregler (16) gekoppelt ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der aus der Auslaufdüse (3) austretende Metallstrahl (4) und die durch die Zerstäuberdüsen (6) und die Gasdüsen (12) zugeführten Gasstrahlen durch einen Ejektor (5) gerichtet geführt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Ejektor (5), die Zerstäuberdüsen (6) und die Gasdüsen (12) eine feste Ausgießeinheit bilden.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgießeinheit kalottenartig gelagert ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgießeinheit Schwenkbewegungen durchführen kann.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgießeinheit Rotationsbewegungen durchführen kann.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Winkeleinstellung der Zerstäuberdüsen (6) und der Gasdüsen (12) variabel ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Gas, welches aus den Zerstäuberdüsen (6) und den Gasdüsen (12) zugeführt wird, aus einem einzigen Gasbehälter (8) entnommen wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

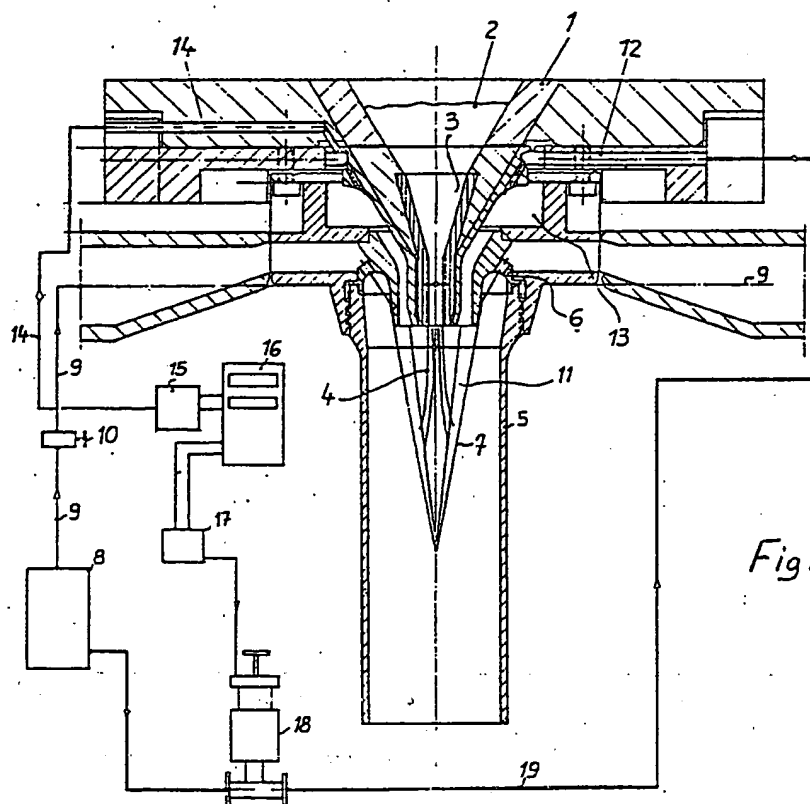


Fig. 1